

Family list

2 family member for:

JP1096929

Derived from 1 application.

1 ILLUMINATING DEVICE FOR EXPOSURE USING LASER

Publication info: JP1096929 A - 1989-04-14

JP2540744B2 B2 - 1996-10-09

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2005 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

02799329 **Image available**

ILLUMINATING DEVICE FOR EXPOSURE USING LASER

PUB. NO.: 01-096929 [JP 1096929 A]

PUBLISHED: April 14, 1989 (19890414)

INVENTOR(s): MATSUMOTO KOICHI

KUDO YUJI

HIKIMA IKUO

APPLICANT(s): NIKON CORP [000411] (A Japanese Company or Corporation), JP
(Japan)

APPL NO.: 62-254470 [JP 87254470]

FILED: October 08, 1987 (19871008)

INTL CLASS: [4] H01L-021/30; H01S-003/101

JAPIO CLASS: 42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components)

JAPIO KEYWORD:R002 (LASERS)

JOURNAL: Section: E, Section No. 794, Vol. 13, No. 333, Pg. 71, July
26, 1989 (19890726)

ABSTRACT

PURPOSE: To allow transfer of pattern by baking exposure to be made stably and precisely by measuring the illumination on the surface of an object to be illuminated by means of a means for detecting quantity of light which was arranged within light path of optical integrator and the surface to be illuminated and by converting the magnification of an afocal magnification variable optic system in accordance with the fluctuation of the illumination.

CONSTITUTION: An aslant installed mirror 61 is arranged between a capacitor lens 44 in a light-collecting optic system 40 and a reticle R as a surface to be illuminated. And a means for detecting the quantity of light 60 consists of a light detector 62 for indirectly measuring the illumination on the reticle R surface by the reflected light from the mirror 61 and the mirror 61. Information on quantity of light from the means for detection

the quantity of light 60 is input to the control means 70, it is judged whether illumination on the surface to be illuminated is within the allowable range in reference to specified standard value, signal is sent to a drive means for magnification conversion 80, and shift lenses 22 and 23 of an afocal magnification variable optical system 20 are shifted to convert into a specified magnification. It allows fluctuation of illumination on the surface to be illuminated due to fluctuation of output of an excimer laser light source 10 to be compensated. Also, signal from the means for detecting the quantity of light 60 is input into a means for detecting the quantity of integrated light 71 to integrate the quantity of exposure. Then, it is compared with the setting value of a means for setting the quantity of exposure 72 and the magnification is converted to allow excess or shortage to be compensated for the drive means 80.

⑤ 日本国特許庁 (J P)

⑥ 特許出願公開

⑦ 公開特許公報 (A)

平1-96929

⑧ Int. Cl.

⑨ 特許庁

⑩ 特許庁

⑪ 公開 平成1年(1989)4月14日

H 01 L 21/30
H 01 S 3/101

3 1 1

S-7376-5F
7630-6F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全8頁)

⑫ 発明の名称 レーザを用いた露光用照明装置

⑬ 特 願 昭62-234470

⑭ 出 願 昭62(1987)10月8日

⑮ 発 明 者 松 本 宏 一 東京都品川区西大井1丁目6番3号 日本光学工業株式会
社大井製作所内

⑯ 発 明 者 工 藤 祐 司 東京都品川区西大井1丁目6番3号 日本光学工業株式会
社大井製作所内

⑰ 発 明 者 引 間 郁 雄 東京都品川区西大井1丁目6番3号 日本光学工業株式会
社大井製作所内

⑱ 出 願 人 株式会社 ユ コ ン 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

⑲ 代 理 人 弁護士 渡辺 隆男

明 細 書

1. 発明の名称

レーザを用いた露光用照明装置

2. 特許請求の範囲

レーザ光源と、該レーザ光源から供給される
光束の径を調整するためのアフォーカル変換光学
系と、該アフォーカル変換光学系を封入する平行
光束中に設置され、並列配置された複数のレンズ
素子からなるオプティカルインテグレートと、該
オプティカルインテグレートからの光束を被照射
面とに導く導光光学系と、前記オプティカルイン
テグレートと前記被照射面との間の照明光路中に
配置された光軸抽出手段と、該光軸抽出手段によ
る特許に応じて前記アフォーカル変換光学系の位
相を調整する調整手段とを有することを特徴とす
る露光用照明装置。

3. 発明の詳細な説明

(従来の利用分野)

本発明は、半導体装置用の露光装置に好適な照
明装置に關し、特に最近、この種の装置の光量と

して注目されつつあるエキシマレーザ等のレーザ
を光源とする露光用照明装置に關する。

(従来の技術)

近年、半導体装置製造に必要とする高集積化が進
み、露光装置の露光パターン精度の向上に對して
も高次のものが要求されてきている。そして、よ
り精密なパターンの露光を行うために、従来の露
光装置として利用されてきた超高圧水銀灯に代わ
って、より短波長でより大きな出力の露光を産
するエキシマレーザを光源とする露光装置が開発
されつつある。このようなエキシマレーザを光源
とする露光装置においては、極めて高い照度力を
維持するために、ウエハ面に照射されるレジスト
の露光条件や露光を必要とするパターンの状況に
応じて適切な照明状態を實現する必要がある。

(発明が解決しようとする課題)

しかしながら、エキシマレーザはパルス光であ
るが故にその光量が不安定であり、露光パタ
ーンの露光に必要な正確な露光量の制御が難しい
という欠点があり、実用化に阻まれて大きな障害

特開平1-08029 (2)

となっている。

そこで本発明は、エクスレーザ等の出力の安定しないレーザ光源を用いた場合においても、安定した光量で照明を行うことが可能で被照体への照射状態による歪を極めて低減度で行うことのできる露光用照明装置を提供することにある。

(問題点を解決するための手段)

本発明による露光用照明装置は、レーザ光源と、該レーザ光源から供給される光線の径を拡大するためのフォーカル変倍光学系と、該フォーカル変倍光学系を射出する平行光束中に配置され並列に設置された複数のレンズ素子からなるオブティカルインテグレートと、該オブティカルインテグレートからの光束を被照体面上に強く集光光学系と、前記オブティカルインテグレートと前記被照体面との間の光路中に配置された光量検出手段とを有するものであり、さらに該光量検出手段による情報に応じて前記フォーカル変倍光学系の倍率を変換する変換手段とを有するものである。

(作用)

ンの倍率を安定して制御を行うことが可能となる。フォーカル変倍光学系の倍率を、入射光線径に対する射出光線径の比と定義するならば、レーザ光源の出力が低下する場合に該フォーカル変倍光学系の倍率を極めて光量径を縮小して光束密度を高めることが必要であり、一方、出力が基準値より高まる場合にはフォーカル変倍光学系の倍率を極めて光量径を拡大して光束密度を低めることが必要となる。

(実施例)

第1図は本発明による露光用照明装置の原理的構成を示す光路図である。レーザ光源10からの光束はフォーカル変倍光学系20により所望の光束径に拡大されて、オブティカルインテグレート30に入射する。フォーカル変倍光学系20は、図示の正レンズ21及び光路上を相対的に移動可能な負レンズ22と正レンズ23とで構成され、所望フォーカルズーム量が構成されている。

オブティカルインテグレート30は並列に設置された複数のレンズ素子から構成され、フォーカル

上記の如き本発明は、本題と同一出願人により先に特願昭62-48783号として提出した手段、すなわちレーザ光源の出力変動をフォーカル変倍光学系の倍率変化によって補正するという原理の事項において、より具体的実質的の構成を提案するものである。

本発明において、オブティカルインテグレートと被照体面との間の光路中に設置された光量検出手段により被照体面としてのレチクルやエハ面上の照度が測定され、その照度の変動に応じて、変換手段によってフォーカル変倍光学系の倍率を変換することができる。そして、これによってレーザ光源からの光束径を反転し、オブティカルインテグレートに入射する光束密度を安定して照明に要する総光量を定量化せしめ、以て被照体面上での照度を安定させることが可能となる。従って、レチクルやエハ面上での照度変化に応じてフォーカル変倍光学系の倍率を変換することにより、レーザ光源の出力変動等に起因する照度変化を補正することができ、露光露光による所望のパター

変倍光学系20より入射する平行光束からレンズ素子と複数の焦点点を形成し、実質的に面光源を形成する。オブティカルインテグレート30を構成する個々のレンズ素子31は、第2図の構成図に示す如く、断面が四角形でその入射面に凸レンズ面31aを有し、射出面には平面31bを有しており、第3図の断面全図図に示す如く、このレンズ素子31の焦点点31fは、射出側の空間内にある。従って、オブティカルインテグレート30によって形成される実質的面光源は、オブティカルインテグレート30の射出側空間内の面A上に存在するため、強力なレーザ光の注光に伴う熱によってオブティカルインテグレートが破壊されるのが防止されている。

ここでは、レーザ光源を用いているため光束11からの光束はほぼ完全にコリネートされており、面A上に形成される個々の焦点点には実質的に大きさが無いと考えられる。このため、該オブティカルインテグレート30を構成する複数の素子31の射出面には所望視野レンズの如きレンズ作用

特開平1-96929 (9)

を必要としない。よって、レンズ素子31の射出面31aはここでは平面に形成されている。但し、若干のレンズ作用を持たせることは可能である。

尚、図示したオプティカルインテグレート30は、調整を容易にするために3個のレンズ素子からなるものとして示したが、実用上は数十個のレンズ素子を直列に構成されるものである。そして、アフォーカル型倍光学系10の倍率を微小して実像を微小にした状態においても、オプティカルインテグレート30においては複数のレンズ素子が存在するように構成することが必要である。

第1図に示した如く、オプティカルインテグレート30によって形成される実質的凹面鏡と、絞り5によって所望の光束径に制限され、この光束の凹面鏡からの光束は、双光光学系10を介してレチクルR等の被照射物表面に導かれる。ここで、オプティカルインテグレート30の各レンズ素子31による複数の屈折点からの光束が、レチクルR面上を重畳的に照射し、極めて均一な照明がなされる。

上記の如き本発明の基本的光学構成において、

アフォーカル型倍光学系10の倍率を変更することによって、被照射物表面に照射する光束径を制御することができる。具体的には、アフォーカル型倍光学系10の倍率を微小にした最小の光束径が、開口絞り5の口径と同一になるように構成しておけば、アフォーカル型倍光学系10の倍率を拡大するにつれて被照射面上での照度を低下させることが可能となる。

このため、第1図の構成において、被照射面上の照度を測定しつつ露光を行い、この露光中に照度の変動が生ずる場合には、照度の変動に応じてアフォーカル型倍光学系10の倍率を変換することによって、常に安定した照度で露光を行うことが可能である。

尚、第1図に示した本発明の基構図からわかる如く、アフォーカル型倍光学系10の倍率を変換して、光束径を変更することによって、オプティカルインテグレート30の射出面31aの射出光束の断面の大きさを変換することができる。これによって、双光光学系10を介して被照射

アフォーカル型倍光学系10の各レンズ23と凹レンズ23とが凸レンズ21に対して相対的に移動することにより、アフォーカル型倍光学系10としての倍率が変換され、レーザ光源10からの平行光束の径がアフォーカル型倍光学系10によって、任意の光束径に変換される。第1図の(A)はアフォーカル型倍光学系10の倍率が最も高い状態を示し、(B)は中間倍率状態、(C)は最低倍率状態の光束径を示している。尚、第1図の(B)及び(C)においては、オプティカルインテグレート30及び絞り5を省略し、被照射物の光軸上に結実される光束のみを示した。

このように、アフォーカル型倍光学系10の倍率を変換することにより、アフォーカル型倍光学系10を射出する光束径を任意に拡大縮小することができ、オプティカルインテグレート30に入射する光束の断面径を任意に変換することが可能である。従って、オプティカルインテグレート30の射出側に設けられた開口絞り5の開口の大きさも固定として、一定の開口数 (N.A.) とした状態において、

面上を照射する光束の開口数、即ちN.A.を任意に変換することが可能である。一般的に照明系のN.A.を変更するためには、開口絞り5を絞って光束径の断面径の大きさを小さくすることが必要となり、このために大半の光束を遮断して被照射面上での照度の低下を招き、光束の損失を生じている。しかしながら、上記の如きアフォーカル型倍光学系10によって光束径を変換し得る構成とすることによって、開口絞り5に入射する光束径を開口絞りの口径に見合った径に変換することで、被照射面上での照度を一定に保った状態でN.A.を任意に変更でき、光束の損失を回避的に低減することが可能となる。

第2図は、本発明による露光用照明装置を、微小被照射物表面に用いた一実施例の構成を示す図である。この図において、第1図に示した原理的構成における絞り5と同等の機能を果たす部材は同一の番号を付した。

エクスプレード光源10からの平行光束は、第1図に示したのと同等の構成からなるアフォーカル

特開平1-96929 (4)

反射光学系20によって所望の光強度に変換され、第1オブティカルインテグレート30に入射し、図2と図3に、オブティカルインテグレート30の射出側空間内の面A上に実質的光強度が形成される。この実質的光強度は、前述のとおり第1オブティカルインテグレート30を構成するレンズ素子の数に等しい数の焦点からなっている。面A上の複数の焦点からの光量は、コーリメータレンズとしての正レンズ41により平行光束に変換されて、第2オブティカルインテグレート50に入射する。

第2オブティカルインテグレート50は、五稜型に組まれた複数のレンズ素子から構成されており、図4図の斜視図に示す如く、図4図の棒状レンズ素子61が複数並べられて構成されたものであり、各棒状レンズ素子61の入射面51aも射出面51bも共に凸レンズ面に形成されている。そして、各棒状レンズ素子61の入射面51a上の凸レンズ面によって、棒状レンズ素子61の射出面から離れた位置に光束の焦点が形成し、この点に光強度が形成される。これら各素子は、第3図の新設光強度に

示す如く、射出側レンズ面の屈折力が進入側レンズ面の屈折力よりも大きく ($n_{f1} > n_{f2}$)、また、各棒状素子51fが各棒状素子61の射出側レンズ面より後方に位置するように構成されている。

このため、正レンズ41からの平行光束は第2オブティカルインテグレート50の各棒状素子に入射して各棒状素子61に、その射出面から、だけ離れた空間上に1つの光強度が形成される。従って、第2オブティカルインテグレート50の射出面から、だけ離れた焦点面としての面B上に第2オブティカルインテグレート50を構成するレンズ素子の数に等しい数の複数の光強度が形成される。従って、第2オブティカルインテグレート50においても、特定の光強度となる光強度の形成位置を、射出側空間内として面B内側または面Bでの延光を避けたため、レンズを破壊する恐れがない。

尚、第2オブティカルインテグレート50の射出側空間内に形成される複数の光強度の中心は、第1オブティカルインテグレート30による複数の焦点で形成される実質的光強度の中心である。そし

て、第1オブティカルインテグレート30による複数の焦点の特定の位置位置を避けるために面Aから離れた位置に組まれた正レンズ41により、コーリメータレンズ42及び第2オブティカルインテグレート50の入射面51aとを合わせた系に因して、複数の焦点が形成されるA面と第2オブティカルインテグレート50の射出側空間内のB面とが共に形成されているのである。従って、第2オブティカルインテグレート50の射出側空間内の面B上には、第1オブティカルインテグレート30を構成する棒状素子31の数と、第2オブティカルインテグレート50を構成する棒状レンズ素子61の数との積に相当する数の焦点が形成され、この面B上に、より均一な光強度が形成される。

以上の如き本発明例の構成において、低光強度系40におけるコンデンサレンズ41と被照面としてのレチクル2との間に、有効光強度を落とさないように、斜射ミラー61が設置されており、このミラー61からの反射光によってレチクル2面上の光強度を均等に調整するための光強度調整器が設

置されている。このミラー61と光強度調整器2とで光強度調整器60が構成されている。有効光強度の一部の光強度を被照面分割によって抽出するミラー61の代わりに、有効光強度を吸収して斜射される大きな半透過鏡を用いた被照面分割によって、所定の割合の光を光強度調整器2に送る構成とすることも可能である。

光強度調整器60からの光強度情報は制御手段70に入力されて、被照面2上での光強度が所定の基準値に対する許容範囲内であるかを判定し、許容範囲内から外れた状態の検出であると判断する場合には、アフォーカル低倍光学系の低倍光学系駆動手段70に信号を送り、アフォーカル低倍光学系20の移動レンズ22,23を移動して所定の倍率位置に変換する。これによって、エキシマレーザ光10の出力変動等による被照面2上での光強度の変動を補正することができる。

また、上記の実施例の構成においては、光強度調整手段60からの信号を調整光強度調整手段71に入力して所定時間内の光強度の調整を行うこととし、

特開平1-90029 (B)

この固定光強度、予知光強度設定手段12によって設定された目標光強度と比較し、所定の時間内の光量が過剰、あるいは不足することが予想される場合に、アフォーカル光学系の倍率変換用駆動手段10に対して前光量の過不足を補正するように倍率変換させることも可能である。そして、この場合エキシマレーザ光10の光強度制御手段13に対して、発光時間も一定に維持するかまたは、適宜時間上での測定に応じて発光時間（パルス数）を制御することも可能である。

また、上記実施例の照明光学系においては、第1オブティカルインテグレート30の射出側空間の拡大上に、口径が可変の第1開口絞り51が設けられており、第2オブティカルインテグレート30の射出側空間内の拡大上にも口径が可変の第2開口絞り52が設けられている。この第1開口絞り51の口径変化によって、F値を一定に保ったまま被写体表面に送る光量を制御することができ、また第2開口絞り52の口径変化によって、F値を制御することができる。F値とは、撮影対象レ

ンズのF.1.（開口数）に対する照明光学系のF.1.の比の値として定義され、この値によって撮影対象レンズの解像力とコントラストとのバランスを調整することができる。このような2つの開口絞り51、52の組み合わせによって、光量の制御とF値の制御とを独立に行うことが可能となる。従って、これらの調整に即してアフォーカル光学系20による光強度の調整を用いることにより、レーザ光線から供給される光量の低下や、レチクル面上の露光パターンの減衰は、ウエハ上に沈着されるレジストの特性等に応じて、それぞれ最適な露光状態を実現することが可能となる。

ところで、上述の実施例において、光量10からのレーザビームをほぼ等方的に所定の粗のビーム形状とするためのシリンドリカルレンズを有するビーム整形光学系を組み合わせた構成とすることもできる。特に、エキシマレーザの光源とする場合、多くはビーム断面形状が楕円（長方形）であるので、光学系に効率よく取り込むために、楕円比を楕円1にするのがよく、そのためにシリンド

リカルレンズによるアフォーカル型光学系を設けることが有効である。

そして、上記実施例の如く光線からの低照度定常的にレチクル等の物体表面上に照射する場合に限らず、例えば、特開昭59-226317号公報や特開昭59-212916号公報などに開示される如く、物体面をビームが走査するように構成した露光装置においても本発明をそのまま適用することが可能である。すなわち、このようなビーム走査による露光装置においても、本発明の如くアフォーカル型光学系の倍率変換による光強度の調整によって、レーザ光線の光強度変動中に起因する光強度の低下を容易に補正することができ、安定した露光を行うことが可能となる。

図に、上記本発明の如く、露光光学系による光強度の調整によって光線からの光強度低下を補正する構成を、従来の超短波紫外光等のショートワングラフを光源とした露光装置に用いた場合について比較検討してみる。

この場合、第5図の光学構成図に示す如く、シ

ョートワングラフ1の発光部分は、實質は点ではなく、ある程度の大きさを有しており、更に楕円状にも変換がある為、楕円状の第2焦点3での光強度は、実際には点ではなく大きさをもちたスポット状になっている。そして、この様な露光系の配置では、第2焦点3とオブティカルインテグレート5の射出側面は共役になっていて、光強度の低下は、シリンドリカルレンズ4の焦点距離を f_1 、オブティカルインテグレート5を傾斜する各フライアイレンズの焦点距離を f_2 とすると、

$$f_1 = f_2 / 1.$$

の関係が成立している。そこで、開口絞り6を被った場合に適応して光強度を弱くするべく、レンズ4側、又はシリンドリカルレンズのズーム位置により、実質的にシリンドリカルレンズ4の焦点距離 f_1 を短くしたとしても、上述より f_1 が小さくなってしまい、これは、フライアイレンズの射出面での光強度が大きくなることを意味しており、度が通るとフライアイレンズの射出面の大きさ

特開平1-96929 (6)

よりも発散角が大きくなってしまふ。これは、光
径の損失のみならず、フレアを発生して周回ムラ
の原因ともなる。

このため、本発明による露光用照明装置はレ
ートアップランプを光源とする場合には不利であ
り、エキシマレーザ等のレーザを光源とする場合
に極めて有効となることが明らかである。

(発明の効果)

以上の如く本発明の露光用照明装置によれば、
エキシマレーザ等の出力の安定しないレーザ光源
を用いた場合においても、安定した光量で露光を
行うことが可能となり、被照体パターンの焼付け光
による歪みを極めて低減度で行うことができる。
このため、より一層高感度の高い露光装置の製造
に大きく寄与することが可能となる。また、本発
明においては、被照体面での照度を下げることな
く、照度を一定に保ったまま、被照体面でのF、λ
を減小することが可能となる。しかも、本発明によ
るエキシマレーザ光束径の減小による光量密度の増大
を、より積極的に利用して、露光量を制御するの

に用いることができる。このような光量制御は、
エキシマレーザの様なパルスレーザを光源と
する露光装置においては特に有用である。

4. 図面の簡単な説明

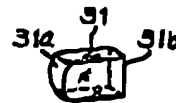
第1図は本発明によるレーザを用いた露光用照
明装置の原理的構成を示す光路図、第2A図
及び第2B図はオプティカルインテグレート
を形成するレンズ素子の構成を示す断面図及び断面光
路図、第3図は本発明による一実施例の概略構成
を示す構成図、第4図及び第5図は実施例に用い
られた第2オプティカルインテグレートを形成す
るレンズ素子の構成を示す断面図及び断面光路図、
第6図は従来のショットアップランプを光源とす
る場合の比較光路図である。

(主要部分の符号の説明)

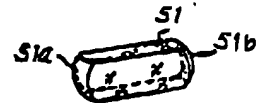
- 10—レーザ光源
- 20—アフォーカル露光光学系
- 30—オプティカルインテグレート
- 40—露光光学系
- 50—光量検出手段

70—制御手段
80—駆動手段

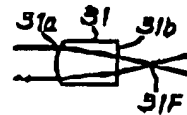
出版人 日本光學工業株式会社
代理人 片岡士 坂 田 隆 男



第2A図

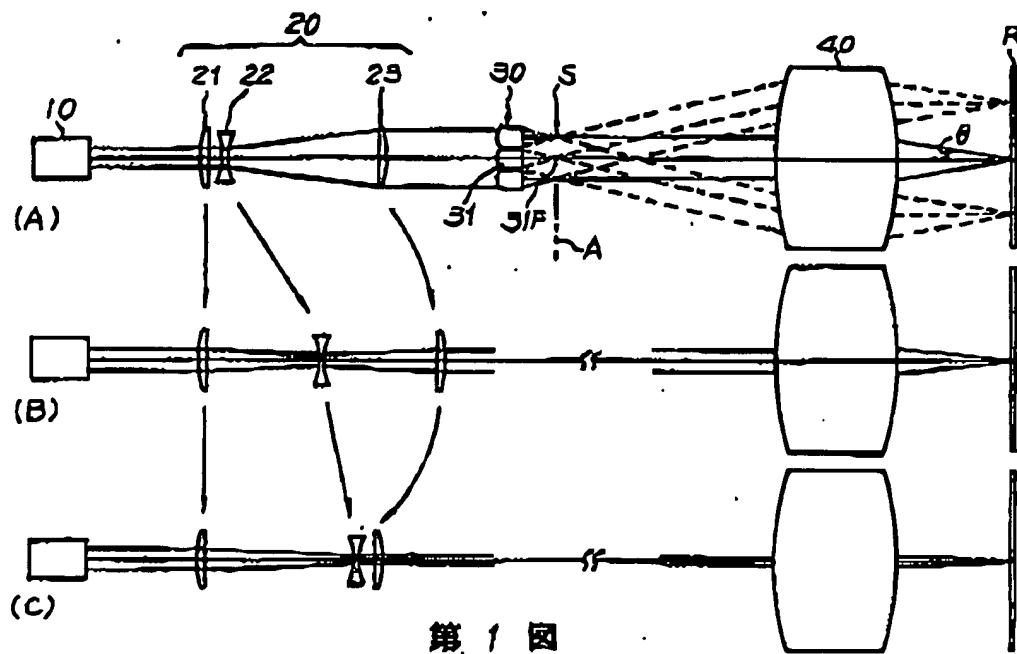


第4図

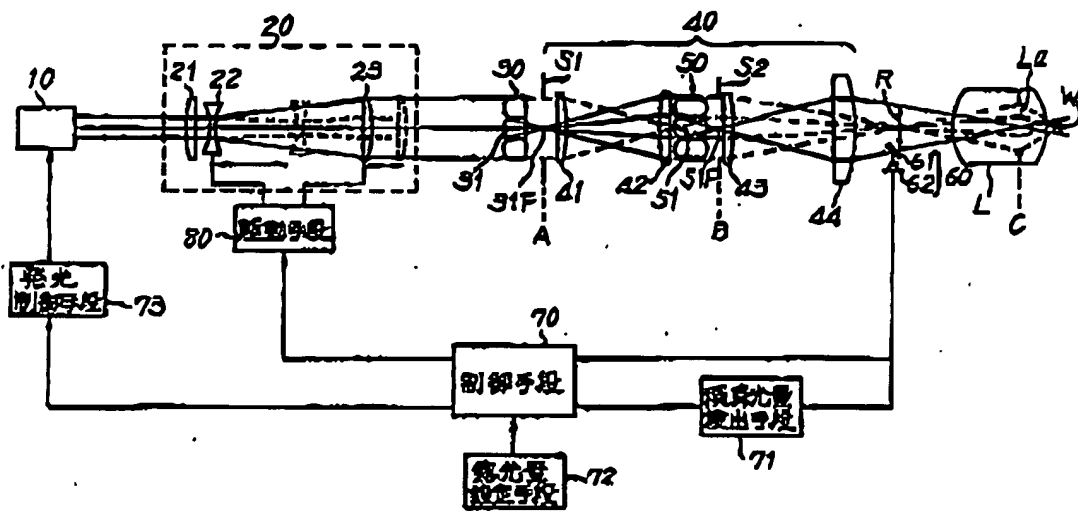


第2B図

特圖 1-86929 (7)

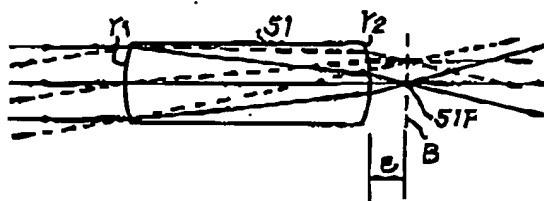


第 1 圖

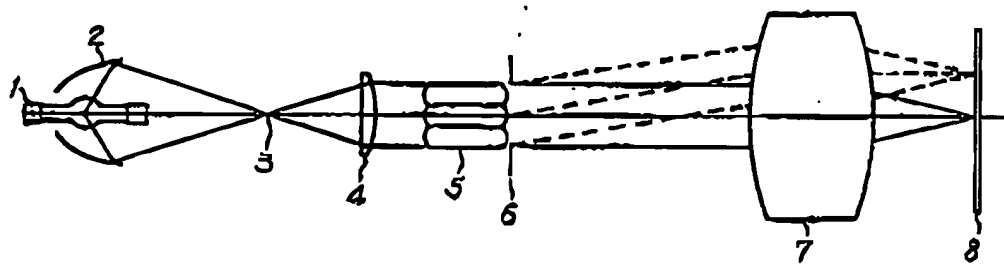


第 3 圖

特開平1-90929 (B)



第 5 図



第 6 図

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.